ПАРАЗИТОЛОГИЯ, VII, 3, 1973

УДК 576.89

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАЗИТОВ НА ЧИСЛЕННОСТЬ МОЛОДИ РЫБ В ОЗЕРАХ

А. М. Лопухина, Ю. А. Стрелков,
Н. Б. Чернышева и О. Н. Юнчис

Государственный научно-исследовательский институт озерного
и речного рыбного хозяйства, Ленинград

В статье обсуждены методы подсчета гибели молоди рыб от паразитов, пребывающих на рыбе длительный и короткий срок.

Одной из важных задач современной ихтиопаразитологии является выяснение размеров ущерба, наносимого паразитами нашему рыбному хозяйству. Решить эту задачу необходимо именно сейчас, когда добыче рыбы во внутренних водоемах придается большое значение, и данные о влиянии паразитарного фактора на запасы рыбы могут быть использованы при оценке рыбопродуктивности водоемов. Между тем в ихтиопаразитологической литературе имеется лишь незначительное число работ, посвященных этому вопросу.

Ущерб, наносимый рыбам паразитами, может быть различным (Бауер, 1964). Это в первую очередь гибель рыб под влиянием паразитов и соответственное уменьшение их численности. Кроме того, снижение темпа роста, упитанности, плодовитости также уменьшает товарный выход рыбы из наших водоемов. Весь этот ущерб с трудом поддается учету, чем и объясняется сравнительно небольшое число работ в этом направлении. Из имеющихся публикаций бóльшая часть посвящена влиянию паразитов на организм рыб, что же касается влияния паразитов на их численность, то такие исследования исчисляются единицами. В более ранних работах (Догель, Лутта, 1937; Маркевич, 1953) описана массовая гибель рыб промысловых размеров от паразитов в естественных водоемах без попытки количественного определения причиненного ущерба. Из известных нам исследований только в работах Крыхтина (1951) и Решетниковой (1960, 1964, 1965, 1971) приводятся цифры, показывающие, какое количество рыб гибнет из-за заражения паразитами.

Если заметить заболевание и массовую гибель взрослых рыб в естественных водоемах сравнительно легко, то наблюдать отходы отдельных экземпляров значительно труднее. Что же касается гибели молоди, особенно на первых этапах развития, то ее заметить практически невозможно, так как из-за своих небольших размеров погибшие мальки очень быстро разлагаются. В то же время неокрепшая молодь больше всего подвержена воздействию различных факторов, в том числе и паразитов. Впервые на это обратили серьезное внимание польские исследователи, изучавшие заражение рыб в озерах, в частности в оз. Дружно (Kozicka, 1958; Grabda a. Kozicka, 1961; Wisnewski, 1955). Вишневский отмечает постепенное снижение заражения молоди паразитами и считает, что оно обусловлено гибелью зараженных особей, размеры которой он определяет примерно в 50%. Попытку определить размер отхода молоди леща от лигулеза делает Решетникова (1964), исходя из предположения, что все зараженные этим паразитом мальки погибают. Названными исследованиями и ограничивается практически список работ в этом направлении.

Проводя изучение паразитофауны рыб оз. Врево, мы попытались, основываясь на имеющихся в нашем распоряжении данных, подойти к разработке методик подсчета смертности молоди рыб, вызванной некоторыми паразитами. Наблюдать непосредственно отход молоди рыб в оз. Врево нам практически не приходилось, но в нашем распоряжении были некоторые данные, свидетельствующие о том, что часть мальков в озере погибает. В частности, при анализе зараженности сеголетков налима личинками ленточного червя *Triaenophorus nodulosus* наше внимание привлекло сильное повреждение печени. Хотя число червей, приходящееся на одного малька, не было большим (как правило, не более 3), однако они занимали очень большой объем печени. Их вес в 4.5—4.8 раза превышал вес печени, так что фактически от всего органа оставались лишь небольшие островки печеночной ткани. И мы предположили, что плероцеркоиды *T. nodulosus* могут оказывать патогенное воздействие на молодь налима. Наше предположение подтверждалось также наблюдениями за содержавшимися в аквариумах мальками. Зараженные рыбки погибали тем быстрее, чем сильнее были заражены, тогда как незараженные мальки оставались живыми.

При исследовании зараженности молоди рыб паразитами мы обратили также внимание на случаи смешанного заражения, когда у отдельных мальков число паразитов одного вида не было угрожающим, однако общее число паразитов всех видов было весьма значительным. Мы предположили, что такое заражение могло быть летальным.

Основываясь на этих данных, мы попытались разработать методику косвенного подсчета влияния некоторых видов паразитов на численность молоди рыб. При выполнении работы мы постоянно пользовались консультациями и советами сотрудника ГосНИОРХ В. В. Гулина, за что выражаем ему искреннюю благодарность.

Начнем с обсуждения случая сильного заражения молоди налима плероцеркоидами *T. nodulosus*. В оз. Врево мальки налима в возрасте около 3 месяцев были заражены этим паразитом на 93—100%. Соотношение веса печени и червей было в пользу последних. К возрасту 9—10 месяцев зараженность снизилась до 70—80% и соотношение веса печени и червей изменилось в пользу печени. Поскольку плероцеркоиды *T. nodulosus* сохраняются в рыбе длительный срок (до нескольких лет), остается предположить, что снижение процента заражения произошло только за счет гибели наиболее пораженных рыб. Подсчет показал, что снижение зараженности с 96 до 80% могло произойти при условии гибели 80% исследованного стада. Рассуждали мы следующим образом. При экстенсивности заражения 96% на каждую незараженную рыбу приходится 24 зараженных. При 80% на одну незараженную рыбу приходится 4 зараженных, т. е. на 20 рыб меньше. Поскольку паразит не мог покинуть хозяина, то уменьшение процента заражения рыб должно было произойти за счет гибели части пораженных особей. Таким образом, из каждых 25 рыб от заражения плероцеркоидами паразита погибает 20, что составляет 80%. Приведенный расчет может быть заменен таковым по формуле

$$x = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)\,100}{100 - \alpha_2},$$

где α_1 — процент заражения в начале исследования, α_2 — процент заражения в конце исследования.

Выведение формулы. Обозначаем общее число рыб в популяции через N, долю зараженных в этой популяции через α'_1, тогда общее число зараженных рыб в этой популяции равно $\alpha'_1 N$.

Число рыб, погибших от воздействия паразита за период от первого до второго исследования, обозначаем через x'; тогда число рыб, сохранившихся в популяции, равно $N - x'$.

Долю больных среди этих сохранившихся рыб обозначаем через α^1_2, тогда число больных рыб в сохранившейся популяции равно $\alpha'_2\ (N - x')$. Но это же число выживших больных рыб можно обозначить как $\alpha'_1 N - x'$, т. е. $\alpha'_2(N - x') = \alpha'_1 N - x'$.

Из полученной формулы находим x'

$$\alpha'_2 N - \alpha'_2 x' = \alpha'_1 N - x',$$

$$x' - \alpha'_2 x' = \alpha'_1 N - \alpha'_2 N,$$

$$x'\,(1 - \alpha'_2) = N\,(\alpha'_1 - \alpha'_2),$$

$$x' = \frac{(\alpha'_1 - \alpha'_2)\,N}{(1 - \alpha'_2)}\,.$$

По этой формуле мы можем вычислить число погибших от паразитов рыб во всей популяции. Разделив обе части уравнения на N

$$\frac{x'}{N} = \frac{(\alpha'_1 - \alpha'_2)}{(1 - \alpha'_2)}\,,$$

получим долю погибших от паразитов рыб во всей популяции. Умножив обе части уравнения на 100, получим процент гибели рыб от паразитов в популяции

$$\frac{x' \cdot 100}{N} = \frac{(\alpha'_1 - \alpha'_2) \cdot 100}{(1 - \alpha'_2)}\,.$$

Долю той или иной группы рыб в популяции удобнее выразить в процентах, умножив числитель и знаменатель на 100

$$\frac{x' \cdot 100}{N} = \frac{(\alpha'_1 \cdot 100 - \alpha'_2 \cdot 100)\,100}{(100 - \alpha'_2 \cdot 100)}\,.$$

Упростим обозначения:

$$\frac{x' \cdot 100}{N} = x$$

(процент погибших рыб), $\alpha'_1 \cdot 100 = \alpha_1$ (процент зараженных в начале исследования), $\alpha'_2 \cdot 100 = \alpha_2$ (процент зараженных в конце исследования).

Тогда формула принимает следующий вид

$$x = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2) \cdot 100}{(100 - \alpha_2)}\,.$$

Приведенный подсчет касается паразитов, длительный срок находящихся на рыбе и не имеющих возможности оставить хозяина. К таким паразитам относятся личинки цестод, трематод, некоторые миксоспоридии. Сильное заражение такими паразитами и последующее снижение заражения может быть косвенным показателем гибели части пораженных особей.

Кроме паразитов, пребывающих в рыбе длительный срок, у молоди встречаются виды, каждая генерация которых находится на хозяине недолго. Это различные эктопаразитические простейшие, *Ichthyophthirius*, моногенетические сосальщики. Для подсчета влияния таких паразитов необходимо многократное вскрытие молоди. При таких исследованиях попадаются отдельные экземпляры мальков, общее заражение которых можно считать летальным. Поскольку мы имеем дело с паразитами, зараженность которыми сравнительно быстро приводит к гибели, можно предположить, что к моменту следующего вскрытия сильно зараженные мальки погибают; поэтому учет отхода проводят отдельно на каждом этапе и определяют число рыб, которое доживает до следующего этапа.

Такой расчет был нами проведен на молоди уклеи, в целом зараженной слабо. Всего с момента выклева до ледостава вскрытие мальков осуществляли 13 раз (каждый раз вскрывалось от 15 до 25 экз.). Для удобства подсчета мы составили рабочую таблицу (табл. 1). Поэтапный расчет показывает, что из каждой тысячи мальков уклеи до момента последнего обследования доживает 380, т. е. 620 или около 60% всего стада погибает от паразитов.

Поскольку в природе молодь бывает заражена одновременно как пара-

Таблица 1

Расчет отхода молоди уклеи от паразитов, пребывающих на хозяине короткий срок («К»)

Дата исследования	Число вскрытых рыб	Число и процент летально зараженных рыб	Число рыб, выживающих из каждой тысячи	Число летально зараженных рыб из выживших
1 VII	25	0	1000	0
3 VII	25	0	1000	0
5 VII	25	0	1000	0
9 VII	25	0	1000	0
13 VII	25	1 (4%)	1000	— 40
20 VII	25	0	960	0
24 VII	25	2 (8%)	960	— 77
1 VIII	25	4 (16%)	883	—141
17 VIII	20	1 (5%)	742	— 37
30 VIII	25	0	705	0
15 IX	15	1 (6.6%)	705	— 47
14 X	15	2 (13.3%)	658	— 88
13 XI	15	5 (33.3%)	570	—190
				=380

Примечание. Здесь и в табл. 2 цифры со знаком минус — число рыб, летально зараженных из числа выживших к каждому моменту исследования.

зитами, длительное время пребывающими в хозяине, так и паразитами, каждая генерация которых живет недолго, бывает необходимо определить суммарный ущерб от тех и других. В таких случаях указанные выше методы нужно объединить, проводя поэтапный подсчет отхода молоди от каждой группы паразитов (используя для каждой группы свой метод) и определяя, какое число мальков доживет до каждого следующего этапа. Для удобства подсчета мы и в этом случае составляем рабочую таблицу (табл. 2). Рыб, зараженных обоими видами, относим к группе зараженных паразитом «К», действующим значительно быстрее, поэтому отход рыб, зараженных обоими видами, будет в первую очередь обусловлен влиянием паразита «К».

Начиная работать с такой таблицей, необходимо в первую очередь проанализировать зараженность рыб паразитом «Д». Если мы не отметим появляющегося в какой-то момент закономерного снижения процента заражения, тогда об отходе от этого паразита вообще не может быть речи, и определение гибели нужно проводить только по паразиту «К». Если же будет отмечено закономерное снижение заражения рыб паразитом «Д»,

Таблица 2

Расчет отхода молоди рыб от паразитов, пребывающих в теле рыб длительный («Д») и короткий срок («К»)

Дата исследований	Число вскрытых рыб	Число и процент рыб, летально зараженных паразитом «К»	Число и процент рыб, зараженных паразитом «Д»	Число рыб, выживающих из каждой тысячи	Число летально зараженных рыб	
					паразитом «К»	паразитом «Д»
25 VI	25	0	0	1000	0	0
30 VI	25	0	2 (5%)	1000	0	0
5 VII	25	1 (4%)	8 (32%)	1000	— 40	0
13 VII	25	2 (8%)	12 (48%)	960	— 77	0
20 VII	20	2 (10%)	16 (80%)	883	— 88	0
1 VIII	20	3 (15%)	16 (80%)	795	—119	—266
20 VIII	20	1 (5%)	14 (70%)	410	— 21	—102
15 IX	15	2 (13.3%)	9 (60%)	287	— 38	— 70
15 X	15	1 (6.6%)	7 (47%)	179	— 12	0
15 XI	15	2 (3.3%)	7 (47%)	167	— 22	0
						=145

тогда, начиная с момента этого снижения, нужно учитывать отход и от этого паразита; при этом вычисление числа рыб, летально зараженных каждым паразитом, нужно проводить, исходя из числа рыб, сохраняющихся к моменту очередного исследования из тысячи первоначально взятых. Из этого же числа вычитают суммарный отход от обеих групп паразитов. Таким путем мы определяем, какое число рыб из каждой тысячи выживет к концу исследования. В итоге подсчитываем общий процент гибели от паразитов за исследуемый период. Следует подчеркнуть, что определяемый процент отхода высчитывают для определенного локального стада. Он не зависит от гибели молоди, которая всегда имеет место в водоеме от других причин.

Необходимо также отметить, что, применяя указанные методики, мы не претендуем на абсолютную точность. Речь идет пока об определении порядка величин. Чтобы сделать эти методы более точными, в первую очередь нужны эксперименты с целью определения летальной численности отдельных видов паразитов для разных видов рыб. Кроме того, мы пока не можем определить влияние таких паразитов, которые способны покидать организм рыб при неблагоприятных условиях.

В заключение следует отметить, что исследования в указанном направлении необходимо продолжать не только в озерах, но и в водоемах другого типа, так как влияние паразитарного фактора на численность рыб имеет существенное значение при учете и прогнозировании запасов рыб.

Литература

Бауер О. Н. 1964. Паразиты и болезни рыб и меры профилактики при вселении новых видов в водоемы. Изв. ГосНИОРХ, 57 : 295—300.

Догель В. А. и Лутта А. С. 1937. О гибели шипа на Арале в 1936 г. Рыбное хозяйство, 12 : 26—27.

Крыхтин М. Л. 1951. Некоторые данные о влиянии паразитического ракообразного Livoneca amurensis на стадо амурского чебака. Тр. Амурск. ихтиол. экспедиции, 2 : 257—262.

Маркевич А. П. 1943. Эпизоотия триэнофороза окуней в озере Кандры-Куль (Башкир. АССР). Тр. Башкир. вет. ст., 4 : 111—117.

Решетникова А. В. 1960. Влияние диграммоза на численность стада леща Цимлянского водохранилища. Научн. конф. ВОГ, тез. докл. : 118—120.

Решетникова А. В. 1964. Влияние лигулеза на численность леща Цимлянского водохранилища. Зоол. журн., 46 (63) : 404—412.

Решетникова А. В. 1965. О заболеваниях рыб Цимлянского водохранилища. Симпозиум по паразитам и болезням рыб в водохранилищах. Тез. докл. : 22—24.

Grabda E. a. Kozicka J. 1961. Parasitological Problems of Polish Fishery. Wiadom. Parasytol., 7 (4—6) : 795—801.

Kozicka J. 1958. Diseases of fishes of Druzno lake. Acta Parasitologica Polonica, 6 : 393—431.

Reshetnikova A. V. 1971. On the influence of Digramma (Cestoda, Ligulidae) on the abundance of bream Abramis brama of the Cymlansk Reservoir. Limnologorum Conventus XVIII. Abstracts of communications : 93.

Wisniewski L. 1955. Zagadniema biocenologiczne w parazytologii. Wiad. Parazytolog., 1 : 7—41.

METHOD OF EVALUATION OF THE PARASITES EFFECT UPON THE ABUNDANCE OF YOUNG FISH IN LAKES

Lopukhina A. M., Strelkov Yu. A., Chernyshova N. B. and Yunchis O. N.

SUMMARY

The paper considers two methods of indirect estimation of young fish mortality in small natural water bodies.

In cases when pathogenic parasites stay in the host's body for a long period of time (larvae of Cestoda, Trematoda, some Myxosporidia), the mortality rate was determined by decrease in the percentage of infection from the beginning to the end of the examination.

When the pathogenic parasites persist in host's body for a short period of time (*Ichthyophthirius*, *Trematoda*, *Dactylogyrus*), the moratlity of young fishes was calculated by the percentage of lethally infected fishes in each stage of investigation by systematic dissections.

When the necessity arises both methods may be applied.